

65 million years BC

Calot Paul

Juin 2020

1 Préambule

A des fin de concision, ce rapport ne reprend pas tous les éléments du projet mais seulement les principaux.

2 Explication de la scène graphique

La scène graphique est constituée des éléments principaux suivants :

- Une planète sphérique et possédant un relief ;
- Des squelettes animés qui seront appelés dinosaures dans la suite ;
- Un astéroïde en révolution autour de la planète.

La planète est construite à partir d'un cube duquel on a déformé les faces et ajouté un bruit 3D. Les dinosaures occupants la planète se meuvent selon des règles introduisant un comportement de groupe. Un caractère aléatoire de ces déplacements est également présent. Le mouvement de l'astéroïde respecte les lois de la cinématique du point. Les différents modèles et animation sont décrites plus en détail dans la partie suivante.

3 Modèles géométriques et animation

3.1 Génération de la planète

La génération de la planète se réalise en trois étapes principales :

1. Génération de 6 faces formant un cube centré sur l'origine du repère ;
2. Normalisation des vecteurs coordonnées des points du maillage de chaque cube ;
3. Ajout de deux bruits de perlin 3D pour générer du relief à l'échelle de la planète ainsi que des aspérités plus locales.

Celles-ci sont illustrées sur la figure 1.

L'utilisation d'une image introduisant un gradient de couleur accompagnée de coordonnées de texture des sommets dépendants de leur distance au centre de la planète permet ensuite d'obtenir une planète avec différentes couleurs (figure 1).

3.2 Génération des dinosaures

3.2.1 Génération d'un mesh

Le *mesh* d'un dinosaure est généré à partir d'une hiérarchie composée de multiples cônes. L'animation est quand à elle effectuée au niveau des joints entre le corps et les jambes et mise à jour à chaque image

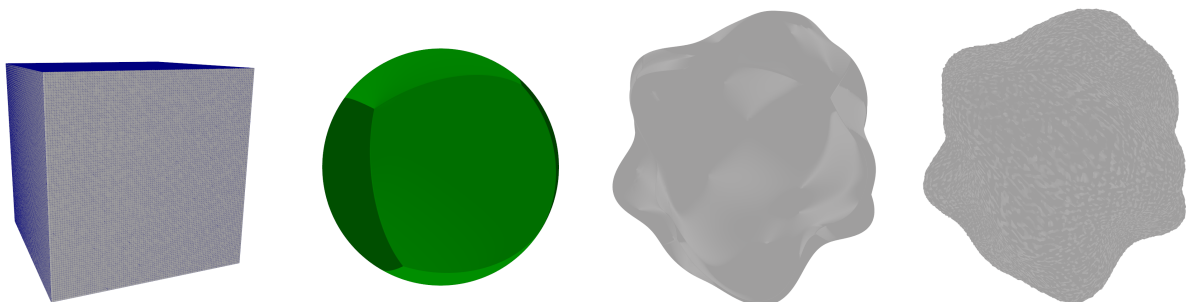


FIGURE 1 – Création d'une planète

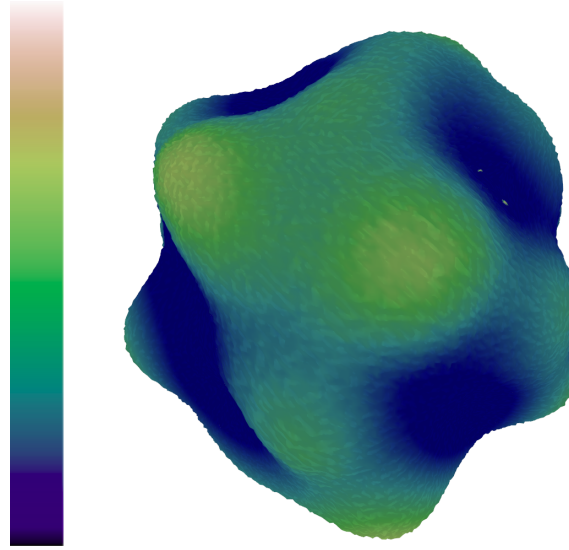


FIGURE 2 – Ajout de couleur

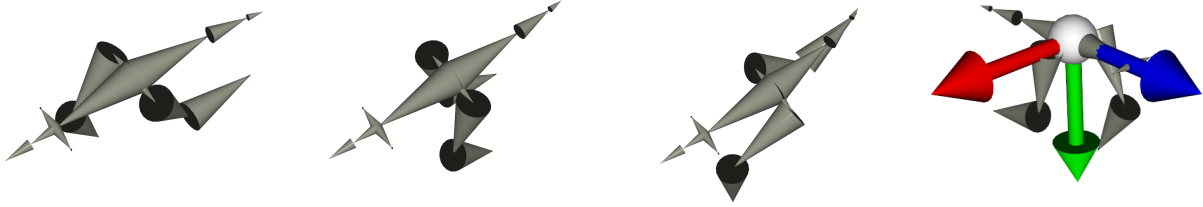


FIGURE 3 – Animation d'un dinosaure

par interpolation entre les deux positions extrêmes. Une animation de la queue (composées de trois cônes) a également été réalisée selon le même principe : chaque cône est animé d'un petit mouvement de rotation par rapport à son parent dans la hiérarchie. La figure 3 illustre cela.

3.2.2 Position et orientation sur la planète

Après avoir initialisé correctement la position du dinosaure sur la planète, la mise à jour se fait de la façon suivante :

1. Détermination de la nouvelle orientation (déplacement aléatoire) ou vitesse (comportement de groupe) par rapport à la précédente ;
2. Mise à jour de la position : $O\vec{M}(t + dt) = O\vec{M}(t) + \vec{v}(t)dt$;
3. Normalisation de la position et mise à jour de la face sur laquelle se trouve le dinosaure ;
4. Projection de l'orientation sur le plan normal à la position sur la sphère unité notée \vec{Z} ;
5. Détermination du vecteur orthogonal \vec{X} pour former la base de l'espace $(\vec{X}, O\vec{M}(t + dt), \vec{Z})$ et la matrice de rotation de la base par rapport au repère local du dinosaure (figure 3).
6. Calcul de la position sur la planète (cf. 3.1).

La translation et la rotation du *mesh* sont alors mis à jour.

3.3 Comportement de groupes

Le comportement de groupe des dinosaures résultent de l'application des trois principales règles décrites par Craig Reynolds [1].

- Évasion des collisions ;
- Homogénéisation des vitesses ;
- Proximité au groupe (rester proche des voisins).

La mise à jour de la position d'un dinosaure suit alors le processus suivant :

1. Parcours sur tous les dinosaures à proximité et détermination des vecteurs pertinents :
 - En cas de proximité trop importante, les différences de position normalisées sont sommées ;

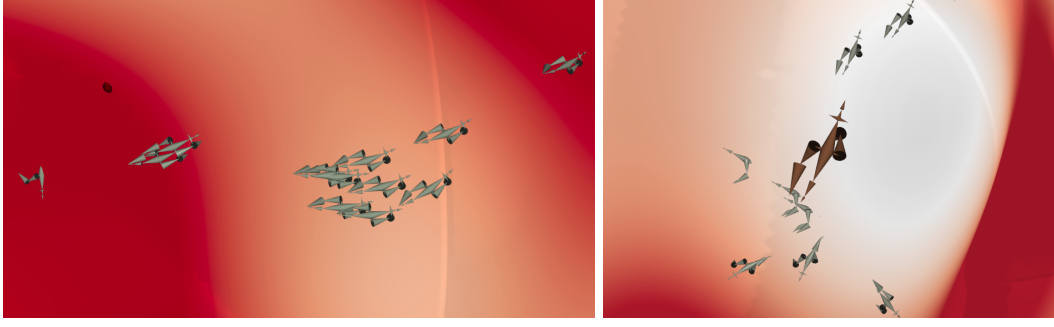


FIGURE 4 – Comportement de groupe. Les petits blancs sont les proies, le grand rouge est le prédateur. Sur l'image de droite, les proies s'enfuient devant le prédateur, celles attrapées gisent au sol.

- Les orientations (normalisation des vecteurs vitesses) sont sommées ;
 - Les positions sont sommées avant d'être divisées par le nombre de voisins afin de déterminer le centre de masse de l'ensemble des voisins ;
2. Somme coefficientée de ces vecteurs pertinents considérée alors comme une accélération ;
 3. Multiplication de l'accélération par le temps écoulé depuis la dernière image pour obtenir la variation de vitesse ;
 4. Mise à jour de la vitesse.

La suite a été décrite en 3.2.2.

L'ajout de l'espèce prédatrice ajoute un cas pour chaque espèce. Ce cas suit pour les deux espèces la même logique que l'évasion des collisions (somme des différences des positions). Deux différences sont cependant à noter :

- Pour les deux espèces, le seuil de distance de déclenchement est fixé à au rayon de champ visuel de chaque espèce ;
- Dans le cas de l'espèce prédatrice, l'action est attractive.

Ce cas est prioritaire sur les autres et rompt donc les comportements de groupe des individus. Quelques images sont données pour illustrer le comportement en figure 4.

A des fins de performance, une grille 3D a été créée (en réalité 6 grilles 2D, une par face) afin d'effectuer une recherche plus efficace des voisins (remplaçant ainsi un parcours de tous les dinosaures en complexité temporelle $O(N^2)$ si N est le nombre de dinosaures). La séparation de chaque face en angle s'est fait en angle sur la sphère unité. Ainsi la couverture est régulière : chaque face couvre 90 degrés selon deux directions ($\{x,y\}$, $\{y,z\}$ ou $\{z,x\}$). Ainsi, une séparation en 100 cases de la face, donne des case qui couvre 9 degrés chacune, dans les deux directions pertinentes.

3.4 Génération de météorites

Une météorite est générée simplement en utilisant une géométrie sphérique et en ajoutant éventuellement du bruit. L'animation s'effectue grâce à l'équation 1 obtenue en intégrant deux fois la relation du principe fondamental de la dynamique appliqué à la météoroïte considérée comme ponctuelle (toute sa masse est concentrée en son centre de gravité), dans le référentiel de la planète, avec pour seule force considérée son poids supposé constant.

$$\vec{OM}(t + dt) = \vec{OM}(t) + \vec{V}(t)dt + \vec{g}_{planete} \frac{dt^2}{2} \quad (1)$$

La seule difficulté vient de la connaissance des différents vecteurs en coordonnées cartésiennes. Pour cela, $\vec{V}(t + dt)$ a pour axe $\vec{OM}(t + dt) - \vec{OM}(t)$ tandis que $\vec{g}_{planete}$ est suivant l'axe $\vec{OM}(t)$. Ainsi, l'équation implémentée devient :

$$\vec{OM}(t + dt) = \vec{OM}(t) \left[1 - g_{planete} \frac{dt^2}{2OM} \right] + V_0 \frac{d\vec{M}(t)}{dM(t)} dt \quad (2)$$

La collision avec la planète est vérifiée à chaque mise à jour de la position de la météorite en comparant la distance OM au rayon de la planète selon l'axe \vec{OM} . Le cas échéant, la vitesse réfléchiée par rapport à $\vec{OM}(t)$ est calculée et multipliée par un factor faible devant 1 correspondant à une perte d'énergie. V_0 est également mise à jour. Lorsque la vitesse est suffisamment petite, on arrête de mettre à jour la position (figure 5).

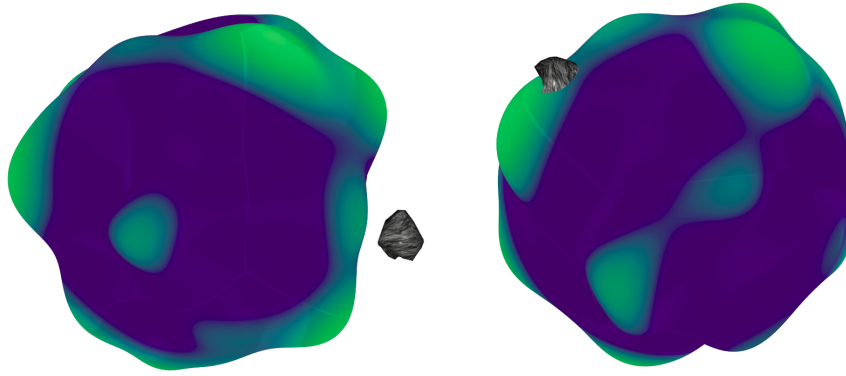


FIGURE 5 – Météorite

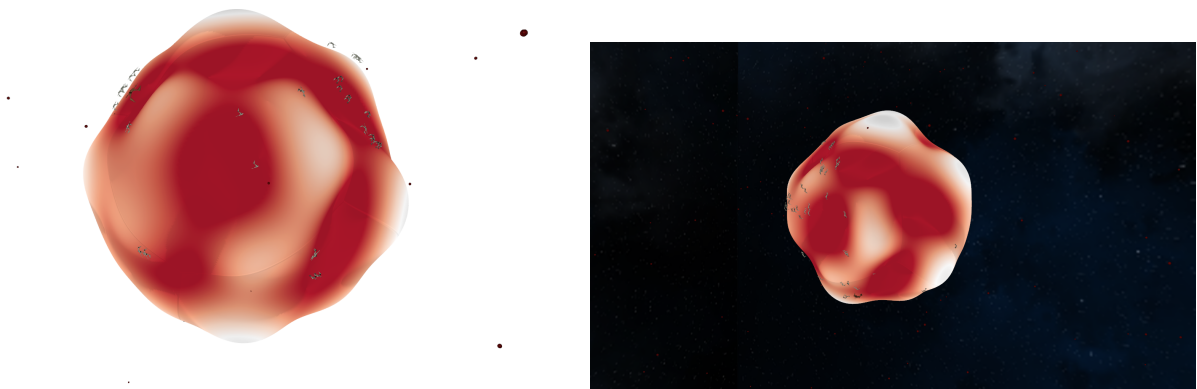


FIGURE 6 – Scène finale : à gauche sans *skybox*, à droite avec. Les météorites sont davantage visible sur l'image de gauche.

4 Conclusion

Les difficultés importantes ont principalement été rencontrées lors de l'animation des dinosaures sur la planète et lors de l'implémentation des comportements de groupe. De nombreux essais ont abouti à la scène actuelle qui mériterait cependant quelques améliorations. Parmi lesquelles :

- Ajout de *Linear blend skinning* et amélioration de l'animation des dinosaures ;
- Prise en compte de la vitesse du dinosaure dans son animation, notamment sur la fréquence de ses pas ;
- Ajout d'un lissage (par interpolation) entre deux orientations des dinosaures successives afin d'éviter les situations extrêmes de changements d'orientations brutaux provoquées par l'ajout de l'espèce prédatrice et des comportements en résultant ;
- Le second bruit, codant pour les détails, a finalement été supprimé, car il causait le tressautement des dinosaures et ne donnait pas un bon rendu lors du suivi d'un dinosaure. Pour contrer cela, il serait possible de moyenner la position d'un dinosaure en considérant plutôt la position moyenne de l'élément de surface sur lequel il se trouve.

Quelques images de la scène finale avec et sans *skybox* sont visibles sur la figure 6.

Références

- [1] Craig W. Reynolds. Flocks, herds, and schools : A distributed behavioral model - Link : www.cs.toronto.edu/~dt/siggraph97-course/cwr87/.